

سلسلة تطبيقات للمراجعة في الخرسانة المسلحة

التمرين رقم 1-

شدداد مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $30 \times 30 \text{ cm}$ التشققات ضارة جدا تعطى الخصائص التالية: $f_e = 400 \text{ MPa}$
 $N_{ser} = 0.26 \text{ MN}$ $N_u = 0.38 \text{ MN}$ $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$
 1. أحسب مقطع التسليح الطولي. (العلاقات الضرورية ملخصة جانبا)
 2. تحقق من شرط عدم الهشاشة.
 3. اقترح رسما توضح فيه تسليح مقطع هذا الشدداد.

تعطى العلاقات التالية من قوانين الـ BAE91:

$$A_u = \frac{N_u}{f_e} \quad \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} \quad \text{الحالة الحدية النهائية ELU}$$

الحالة الحدية للتشغيل ELS:
 الاجهادات في الفولاذ

• تشققات غير ضارة: نكتفي بـ: ELU

• تشققات ضارة: $\sigma_s = \min \{ 2/3 \cdot f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{tj}} \}$

• تشققات ضارة جدا: $\sigma_s = \min \{ 1/2 f_e ; 90 \sqrt{\eta \cdot f_{tj}} \}$

حيث المقاومة المميزة للشد f_{tj} :

$$f_{tj} = 0.6 + 0.06 f_{c28}$$

معامل التشقق.

$\eta = 1$ للقضبان الرطبة.

$\eta = 1.6$ للقضبان ذات التلاحم العالي

$$\frac{N_{ser}}{\sigma_s} A_{ser} = \text{مقطع التسليح}$$

مراقبة شرط عدم الهشاشة: $B \cdot f_{t28} \leq A_s \cdot f_e$

حل التمرين رقم 1 -

1. حساب مقطع التسليح الطولي

• الحساب في الحد النهائي الأخير للمقاومة:

$$f_{su} = f_e / \gamma_s = 400 / 1.15 = 348 \text{ MPa}$$

و منه مقطع التسليح:

$$A_u = N_u / f_{su} = (0.38 / 348) \times 10^4$$

$$A_u = 10.93 \text{ cm}^2$$

• الحساب في حالة حد التشغيل:

حساب المقاومة المميزة للشد

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} = 0.6 + 0.06 \times 30$$

$$f_{t28} = 2.4 \text{ MPa}$$

حساب إجهاد الشد للتسليح

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \times f_e ; 90 \sqrt{\eta \times f_{tj}} \right\}$$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{1}{2} \times f_e = 200 \text{ MPa} \quad \text{مرفوض} \dots \dots \dots$$

$$\bar{\sigma}_s = 90 \sqrt{\eta \times f_{t28}} = 176.36 \text{ MPa} \quad \text{مقبول} \dots \dots \dots$$

$$\sigma_s = 176.36 \text{ MPa}$$

و منه مقطع التسليح:

$$A_s = N_{ser} / \sigma_s = (0.26 / 176.36) \times 10^4 = 14.74 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 14.74 \text{ cm}^2$$

حساب مساحة المقطع النظري

$$A_{st} = \max (A_u ; A_s) = 14.74 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} = 14.74 \text{ cm}^2$$

حساب مقطع التسليح الحقيقي

من جدول التسليح:

$$A_s = 8 \text{ HA } 16 = 16.13 \text{ cm}^2$$

2. التحقق من شرط عدم الهشاشة:

$$A_s \cdot f_e \geq B \cdot f_{t28} ?$$

$$A_s \cdot f_e = 16.13 \times 400 = 6452$$

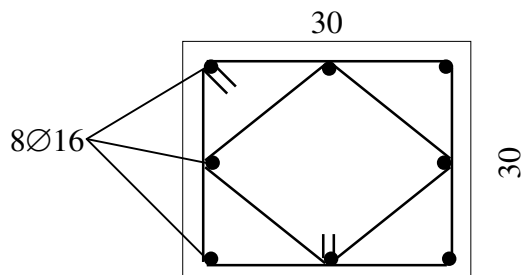
$$B \cdot f_{t28} = 30 \times 30 \times 2.4 = 2160$$

نلاحظ أن:

$$6452 > 2160$$

شرط محقق

4. الرسم المقترح



التمرين رقم - 2 -

الشداد المانع لانقلاب غطاء مدرجات ملعب أبعاده 30×30cm يتعرض في حالة الحد النهائي $N_U = 0.44MN$ في حالة حد التشغيل $N_{ser} = 0.32MN$

■ نستخدم قضبان عالية التلاحم: Fe E400 و $\gamma_s = 1.15$

■ مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 25MPa$. التشققات ضارة.

المطلوب: - حساب مقطع تسليح الشداد مع اقتراح رسما للتسليح.

- تحقق من شرط عدم الهشاشة.

حل التمرين رقم - 2 -

حساب مقطع التسليح

أ. حساب التسليح في حالة ELU

$$A_u = \frac{N_u}{\frac{f_e}{\gamma_s}} = \frac{0.44 \times 10^4}{348}$$

$$A_u = 12.64 cm^2$$

ب. حساب التسليح في حالة ELS

1. حساب المقاومة المميزة للشد

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 \times 25 = 2.1 MPa$$

2. حساب إجهاد الشد للتسليح $\bar{\sigma}_s$

$$\sigma_s = \min \{ 2/3 \cdot f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{tj}} \}$$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{2}{3} 400 = 266.67 MPa$$

$$\bar{\sigma}_s = 110 \sqrt{1.6 \times 2.1} = 201.63 MPa$$

و من مقطع التسليح

$$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_s} = \frac{0.32 \times 10^4}{201.63}$$

$$A_{ser} = 15.87 cm^2$$

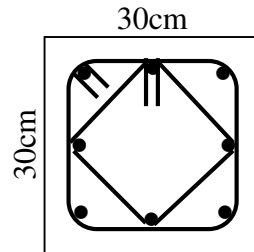
ج. المقطع النظري المحتفظ به

$$A_{st} = \max \{ A_u, A_{ser} \}$$

$$A_{st} = 15.87 cm^2$$

من الجدول نأخذ: $8HA16 = 16.13 cm^2$

الرسم المقترح



التحقق من شرط عدم الهشاشة

$$A_s \cdot f_e \geq B \cdot f_{t28}$$

$$16.13 \times 400 \geq 30^2 \times 2.1$$

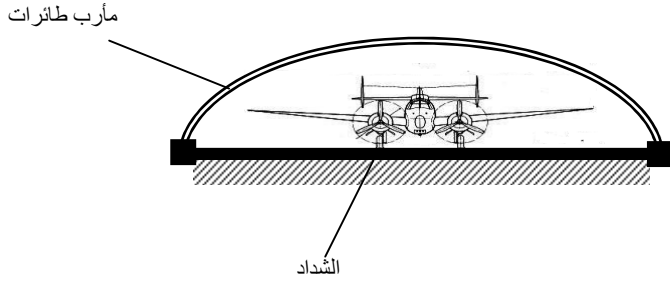
$$6452 \geq 1890 \text{ محققة}$$

التمرين رقم - 3 -

لمنع غطاء مأرب الطائرات من التوسع من الأسفل نقوم بربط طرفيه بشدّاد كما هو مبين في الشكل أسفله .
 الشدّاد مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $35 \times 35 \text{ cm}$ التشققات ضارة تعطى الخصائص التالية : $f_c = 500 \text{ MPa}$
 $N_{ser} = 0.34 \text{ MN}$ $N_U = 0.62 \text{ MN}$ $f_{c28} = 40 \text{ MPa}$

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. تحقق من شرط عدم الهشاشة.

حل التمرين رقم - 3 -



$$f_{t28} = 3.00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 241.00 \text{ MPa}$$

$$A_U = 14.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 14.11 \text{ cm}^2$$

$$A_{th} = 14.26 \text{ cm}^2$$

من الجدول نأخذ: $8HA16 = 16.13 \text{ cm}^2$

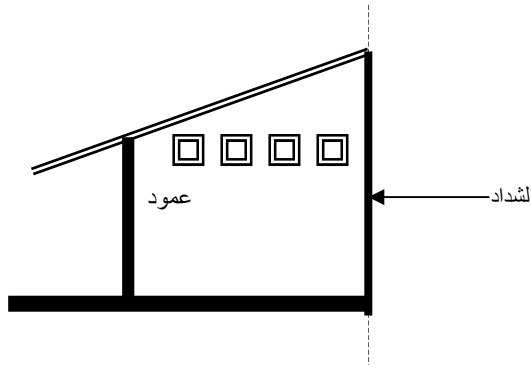
التحقق من شرط عدم الهشاشة: $16.13 \times 500 \geq 35^2 \times 3$

$$8065 \geq 3675 \text{ محققة}$$

التمرين رقم - 4 -

سقف قاعة أفراح كما هو مبين في الشكل أسفله يمنع انقلابه الشدّاد ذو المقطع المربع مصنوع الخرسانة المسلحة أبعاده $20 \times 20 \text{ cm}$ التشققات ضارة جدا علما أن : $f_c = 350 \text{ MPa}$ $f_{c28} = 20 \text{ MPa}$ $N_U = 0.23 \text{ MN}$ $N_{ser} = 0.12 \text{ MN}$

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. تحقق من شرط عدم الهشاشة.



$$f_{t28} = 1.80 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 152.74 \text{ MPa}$$

$$A_U = 7.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 7.86 \text{ cm}^2$$

$$A_{th} = 7.86 \text{ cm}^2$$

من الجدول نأخذ: $4HA16 = 8.04 \text{ cm}^2$

التحقق من شرط عدم الهشاشة: $8.04 \times 350 \geq 20^2 \times 1.8$

$$2814 \geq 720 \text{ محققة}$$

التمرين رقم - 5 -

شدّاد مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $25 \times 25 \text{ cm}$ التشققات ضارة جدا تعطى الخصائص التالية : $f_c = 235 \text{ MPa}$
 $N_{ser} = 0.211 \text{ MN}$ $N_U = 0.367 \text{ MN}$ $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. تحقق من شرط عدم الهشاشة.

حل التمرين رقم - 5 -

$$f_{t28} = 2.10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 117.50 \text{ MPa}$$

$$A_U = 17.96 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 17.96 \text{ cm}^2$$

$$A_{th} = 17.96 \text{ cm}^2$$

من الجدول نأخذ: $6HA20 = 18.85 \text{ cm}^2$

التحقق من شرط عدم الهشاشة: $18.85 \times 235 \geq 25^2 \times 2.1$

$$4429 \geq 1312 \text{ محققة}$$

التمرين رقم - 6 -

شداد مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $30 \times 30 \text{ cm}$ التشققات ضارة جدا تعطى الخصائص التالية $f_c = 400 \text{ MPa}$
 $N_{ser} = 0.36 \text{ MN}$ $N_U = 0.52 \text{ MN}$ $f_{c28} = 35 \text{ MPa}$
 1. أحسب المقاومة المميزة للانضغاط و الشد f_{t7} و f_{c7} على الترتيب.

2. أحساب مقطع التسليح الطولي.

3. تحقق من شرط عدم الهشاشة..

يضاف على القوانين السابقة القوانين التالية

$$\begin{cases} f_{cj} = f_{c28} \cdot \frac{j}{4,76 + 0,83 j} \text{ pour } f_{c28} \leq 40 \text{ MPa} \\ f_{cj} = f_{c28} \cdot \frac{j}{1,40 + 0,95 j} \text{ pour } f_{c28} > 40 \text{ MPa} \end{cases}$$

حل التمرين رقم - 6 -

$$f_{c7} = 35 \cdot \frac{7}{4,76 + 0,83 \times 7} = 23,18 \text{ MPa}$$

$$f_{t7} = 0,6 + 0,06 \times 23,18 = 1,99 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 160,20 \text{ MPa}$$

$$A_U = 14,94 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 22,47 \text{ cm}^2$$

$$A_{th} = 22,47 \text{ cm}^2$$

من الجدول نأخذ: $8\text{HA}20 = 25,43 \text{ cm}^2$

التحقق من شرط عدم الهشاشة: $25,43 \times 400 \geq 30^2 \times 1,99$

محقة $10172 \geq 1791$

التمرين رقم - 7 -

شداد مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $30 \times 30 \text{ cm}$ التشققات ضارة تعطى الخصائص التالية $f_c = 400 \text{ MPa}$
 $N_{ser} = 0,86 \text{ MN}$ $N_U = 0,91 \text{ MN}$ $f_{c28} = 50 \text{ MPa}$
 1. أحسب المقاومة المميزة للانضغاط و الشد f_{t14} و f_{c14} على الترتيب.

2. أحساب مقطع التسليح الطولي.

3. تحقق من شرط عدم الهشاشة.

4. حساب قطر مقطع التسليح العرضي.

يضاف على القوانين السابقة القوانين التالية

$$\begin{cases} f_{cj} = f_{c28} \cdot \frac{j}{4,76 + 0,83 j} \text{ pour } f_{c28} \leq 40 \text{ MPa} \\ f_{cj} = f_{c28} \cdot \frac{j}{1,40 + 0,95 j} \text{ pour } f_{c28} > 40 \text{ MPa} \end{cases}$$

حل التمرين رقم - 7 -

$$f_{c14} = 50 \cdot \frac{14}{1,40 + 0,95 \times 14} = 47,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t14} = 0,6 + 0,06 \times 47,62 = 3,46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 258,5 \text{ MPa}$$

$$A_U = 26,15 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 33,27 \text{ cm}^2$$

$$A_{th} = 33,27 \text{ cm}^2$$

من الجدول نأخذ: $8\text{HA}25 = 39,27 \text{ cm}^2$

التحقق من شرط عدم الهشاشة: $39,27 \times 400 \geq 30^2 \times 3,46$

محقة $15708 \geq 3114$

التمرين رقم - 8 -

عمود قاعة أفراس مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $(50 \times 50) \text{cm}^2$ علما أن : $f_c = 400 \text{MPa}$ $f_{c28} = 35 \text{MPa}$ $\gamma_b = 1.5$ $L_f = 6 \text{m}$ $\gamma_s = 1.15$ $N_U = 4.5 \text{MN}$ معظم الحمولات تطبق قبل 90 يوما.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان مع اقتراح رسم للتسليح.

حل التمرين رقم - 8 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

المقطع مستطيل: $\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a} = 2\sqrt{3} \cdot \frac{6}{0.5} = 41.57$ نجد: $\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a}$

حساب المعامل α

لدينا : $\lambda > 50$ و الحمولات تطبق قبل 90 يوما

إذا : $\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} \div 1.1 = 0.603$ نجد: $\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{41.57}{35} \right)^2} \div 1.1$

حساب المقطع المصغر B_r

المقطع مستطيل: $B_r = (a - 2)(b - 2)$
نجد: $B_r = (500 - 20)(500 - 20) = 230400 \text{mm}^2$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

لدينا: $A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$
نجد: $A_{th} = \left[\frac{4.5 \times 10^6}{0.603} - \frac{230400 \times 35}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{400} \times 10^{-2} = 42.93 \text{cm}^2$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

لدينا: $A_{min} = \text{Max} \{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \}$

$4U = 4 \times (0.5 + 0.5) \cdot 2 = 8 \text{cm}^2$

$0.2\% B = (0.2 \times 50^2) / 100 = 5 \text{cm}^2$

$A_{min} = 8 \text{cm}^2$

$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$

$A_{sr} = 48.25 \text{cm}^2$ نأخذ من الجدول: $A_{s \text{ calc}} = 42.93 \text{cm}^2$

عدد القضبان: $6 \phi 32$

تغطي العلاقات التالية من قوانين الـ: BAEL91 حساب النحافة λ

المقطع مستطيل: $\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a}$

المقطع دائري: $\lambda = 4 \frac{L_f}{D}$

حساب المعامل α

- إذا كانت نصف الحمولات مطبقة بعد 90 يوم $K=1$
- إذا كانت نصف الحمولات مطبقة قبل 90 يوم $K=1.1$
- إذا كانت معظم الحمولات مطبقة قبل 28 يوم $K=1.2$

$\lambda < 50$

$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2}$

$50 \leq \lambda < 70$

$\alpha = 0.6 \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2$

حساب المقطع المصغر B_r

المقطع مستطيل: $B_r = (a - 2)(b - 2)$

المقطع دائري: $B_r = \frac{\pi \cdot (D - 2)^2}{4}$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$

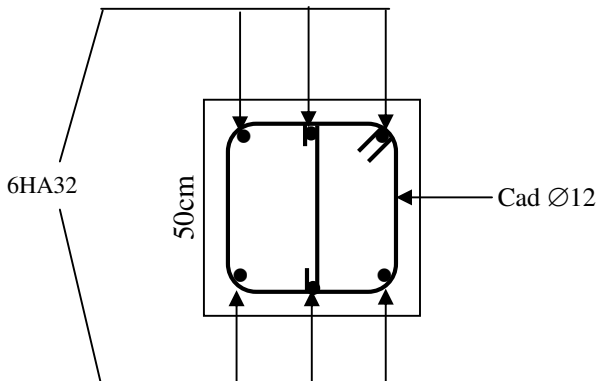
حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$A_{min} = \text{Max} \{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \}$

$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$

التسليح العرضي: $\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3}$

التباعد بين التسليح العرضي: $s_t \leq \begin{bmatrix} 15\phi_l \\ 40 \text{cm} \\ a + 10 \text{cm} \end{bmatrix}$



التمرين رقم - 9 -

ركيزة جسر مقطوعها مستطيل من الخرسانة المسلحة أبعادها $(40 \times 80) \text{cm}^2$ علما أن : $f_c=500\text{MPa}$ $f_{c28}=40\text{MPa}$ $N_U=4.06 \text{ MN}$ $L_f=6.4\text{m}$ $\gamma_s=1.15$ $\gamma_b=1.5$ معظم الحمولات تطبق قبل 90 يوم.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان.

حل التمرين رقم - 9 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a} = 55.43 \quad \text{نجد: } \lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \left[0.6 \left(\frac{50}{55.43} \right)^2 \right] \div 1.1 = 0.444 \quad \text{نجد: } \alpha = \left[0.6 \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2 \right] \div 1.1 \quad \text{إذا: } \lambda < 50 \quad \text{و الحمولات تطبق قبل 90 يوم}$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = (a - 2)(b - 2) = 296400 \text{mm}^2 \quad \text{نجد: } B_r = (a - 2)(b - 2)$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{4.06 \times 10^6}{0.444} - \frac{296400 \times 40}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{500} \times 10^{-2} = 8.32 \text{cm}^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times (0.4 + 0.8) \cdot 2 = 9.6 \text{cm}^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times 50^2) / 100 = 6.4 \text{cm}^2$$

$$A_{min} = 9.6 \text{cm}^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{sr} = 12.10 \text{cm}^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{s \text{ calc}} = 9.6 \text{cm}^2$$

عدد القضبان: $6 \varnothing 16$

التمرين رقم - 10 -

عمود بنائية مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $40 \times 60 \text{ cm}$ علما أن : $f_c = 400 \text{ MPa}$ $f_{c28} = 35 \text{ MPa}$ $L_f = 4.2 \text{ m}$ $N_U = 1.68 \text{ MN}$ $\gamma_s = 1.15$ $\gamma_b = 1.5$ معظم الحمولات تطبق بعد 90 يوما.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان.

حل التمرين رقم - 10 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a} = 36.37 \quad \text{نجد: } \lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{41.57}{35} \right)^2} = 0.603 \quad \text{نجد: } \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} \quad \text{إذا: } \lambda > 50 \text{ و الحمولات تطبق بعد 90 يوما}$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = (a - 2)(b - 2) = 230400 \text{ mm}^2 \quad \text{نجد: } B_r = (a - 2)(b - 2)$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{1.68 \times 10^6}{0.699} - \frac{220400 \times 35}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{400} \times 10^{-2} = -95.18 \text{ cm}^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times (0.4 + 0.6) \cdot 2 = 8 \text{ cm}^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times 40 \times 60) / 100 = 6.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{sr} = 9.05 \text{ cm}^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{s \text{ calc}} = 8 \text{ cm}^2$$

عدد القضبان: $8 \varnothing 12$

التمرين رقم - 11 -

عمود بناية مقطعها دائري من الخرسانة المسلحة أبعادها $\varnothing=1.20m$ علما أن : $f_c=500MPa$ $f_{c28}=35MPa$ $L_f=4m$ $N_U=22 MN$ $\gamma_s=1.15$ $\gamma_b=1.5$ معظم الحمولات تطبق قبل 90 يوم.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان

حل التمرين رقم - 11 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D} = 13.33 \quad \text{نجد: } \lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{13.33}{35} \right)^2} \div 1.1 = 0.751 \quad \text{نجد: } \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} \div 1.1 \quad \text{إذا: } \lambda > 50 \quad \text{و الحمولات تطبق قبل 90 يوما}$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = \pi \frac{(1200 - 20)^2}{4} = 1093588.40 mm^2 \quad \text{نجد: } B_r = \pi \frac{(D - 2)^2}{4} \quad \text{المقطع دائري:}$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{22 \times 10^6}{0.751} - \frac{1093588.40 \times 35}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{500} \times 10^{-2} = 21.67 cm^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e} \quad \text{لدينا:}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (cm^2); 0.2\% B (cm^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times 2 \times \pi \times r = 15.08 cm^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times \pi \times r^2) / 100 = 22.62 cm^2$$

$$A_{min} = 22.62 cm^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{sr} = 25.13 cm^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{s \text{ calc}} = 22.62 cm^2$$

$$8 \varnothing 20 \quad \text{عدد القضبان:}$$

التمرين رقم - 12 -

سارية مسجد مقطوعها دائري من الخرسانة المسلحة أبعادها $\varnothing=50\text{cm}$ علما أن : $f_c=500\text{MPa}$ $f_{c28}=40\text{MPa}$ $L_f=8\text{m}$ $N_U=1.998\text{ MN}$ $\gamma_s=1.15$ $\gamma_b=1.5$ معظم الحمولات تطبق بعد 90 يوم.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان.

حل التمرين رقم - 12 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D} = 4 \cdot \frac{8}{0.5} = 64 \quad \text{نجد: } \lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \left[0.6 \left(\frac{50}{64} \right)^2 \right] = 0.366 \quad \text{نجد: } \alpha = \left[0.6 \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2 \right] \quad \text{لدينا: } \lambda < 50 \text{ و الحمولات تطبق بعد 90 يوم}$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = \pi \frac{(500 - 20)^2}{4} = 181000 \text{mm}^2 \quad \text{نجد: } B_r = \pi \frac{(D - 2)^2}{4} \quad \text{المقطع دائري:}$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{1.998 \times 10^6}{0.366} - \frac{181000 \times 40}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{500} \times 10^{-2} = 2.21 \text{cm}^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e} \quad \text{لدينا:}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times 2 \times \pi \times r = 6.28 \text{cm}^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times \pi \times r^2) / 100 = 3.925 \text{cm}^2$$

$$A_{min} = 6.28 \text{cm}^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{sr} = 6.78 \text{cm}^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{s \text{ calc}} = 6.28 \text{cm}^2$$

$$\text{عدد القضبان: } 6\varnothing 12$$

التمرين رقم - 13 -

عمود بناية فردية مقطعه دائري من الخرسانة المسلحة أبعاده $\varnothing=30\text{cm}$ علما أن : $f_c=400\text{MPa}$ $f_{c28}=25\text{MPa}$ $N_U=0.98\text{ MN}$ $\gamma_s=1.15$ $L_f=2.8\text{m}$ $\gamma_b=1.5$ معظم الحمولات تطبق قبل 90 يوم.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان.

حل التمرين رقم - 13 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D} = 4 \cdot \frac{2.8}{0.3} = 37.33 \quad \text{نجد: } \lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{37.33}{35} \right)^2} \div 1.1 = 0.629 \quad \text{نجد: } \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} \div 1.1 \quad \text{إذا: } \lambda > 50 \text{ و الحمولات تطبق قبل 90 يوم}$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = \pi \frac{(300 - 20)^2}{4} = 61600 \text{mm}^2 \quad \text{نجد: } B_r = \pi \frac{(D - 2)^2}{4} \quad \text{المقطع دائري:}$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{0.98 \times 10^6}{0.629} - \frac{61600 \times 25}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{400} \times 10^{-2} = 11.98 \text{cm}^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e} \quad \text{لدينا:}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times 2 \times \pi \times r = 3.768 \text{cm}^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times \pi \times r^2) / 100 = 1.413 \text{cm}^2$$

$$A_{min} = 3.768 \text{cm}^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{sr} = 12.10 \text{cm}^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{s \text{ calc}} = 11.98 \text{cm}^2$$

$$6\varnothing 16 \quad \text{عدد القضبان:}$$

التمرين رقم - 14 -

عمود من بناية متعددة الطوابق مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $30 \times 30 \text{ cm}$ علما أن $f_c = 35 \text{ MPa}$ $f_e = 350 \text{ MPa}$ $\gamma_b = 1.5$ $L_f = 3.2 \text{ m}$ $\gamma_s = 1.15$ $N_U = 1.68 \text{ MN}$ معظم الحمولات تطبق قبل 90 يوم.

- حساب مقطع التسليح الطولي
- استنتاج عدد و قطر القضبان مع اقتراح رسم للتسليح.

حل التمرين رقم - 14 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{3.2}{0.3} = 36.95 \quad \text{نجد: } \lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{36.95}{35} \right)^2} \div 1.1 = 0.632 \quad \text{نجد: } \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} \div 1.1 \quad \text{إذا: } 50 > \lambda$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = (300 - 20)(300 - 20) = 78400 \text{ mm}^2 \quad \text{نجد: } B_r = (a - 2)(b - 2)$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{1.68 \times 10^6}{0.632} - \frac{78400 \times 35}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{350} \times 10^{-2} = 13.29 \text{ cm}^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times (0.3 + 0.3) \cdot 2 = 4.8 \text{ cm}^2$$

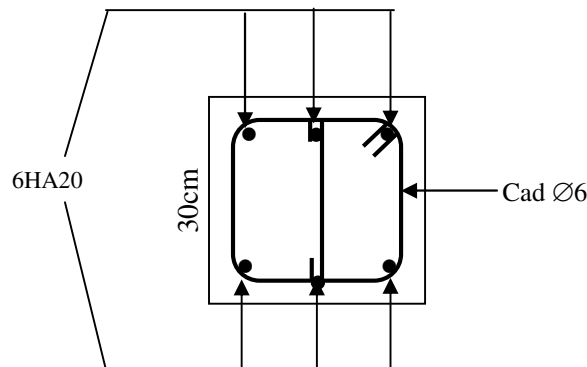
$$0.2\% B = (0.2 \times 30^2) / 100 = 1.8 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 4.8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{s \text{ calc}} = 13.29 \text{ cm}^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{sr} = 18.85 \text{ cm}^2$$

عدد القضبان: $6 \varnothing 20$



التمرين رقم - 15 -

عمود مخزن مقطعه مربع من الخرسانة المسلحة أبعاده $40 \times 40 \text{ cm}$ علما أن : $f_c = 500 \text{ MPa}$ $f_{c28} = 40 \text{ MPa}$ $L_f = 6 \text{ m}$ $N_U = 1.68 \text{ MN}$ $\gamma_s = 1.15$ $\gamma_b = 1.5$ معظم الحمولات تطبق قبل 90 يوم.

1. حساب مقطع التسليح الطولي
2. استنتاج عدد و قطر القضبان .

حل التمرين رقم - 15 -

تحديد التسليح الطولي و اقتراح رسم للتسليح

حساب النحافة λ

$$\lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{6}{0.4} = 51.96 \quad \text{نجد: } \lambda = 2\sqrt{3} \cdot \frac{L_f}{a}$$

حساب المعامل α

$$\alpha = \left[0.6 \left(\frac{50}{51.96} \right)^2 \right] \div 1.1 = 0.505 \quad \text{نجد: } \alpha = \left[0.6 \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2 \right] \div 1.1 \quad \text{إذا: } \lambda < 50 \text{ و الحمولات تطبق قبل 90 يوم}$$

حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = (400 - 20) (400 - 20) = 144400 \text{ mm}^2 \quad \text{نجد: } B_r = (a - 2) (b - 2)$$

حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{3.25 \times 10^6}{0.505} - \frac{144400 \times 40}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{500} \times 10^{-2} = 49.60 \text{ cm}^2 \quad \text{نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \right\} \quad \text{لدينا:}$$

$$4U = 4 \times (0.4 + 0.4) \cdot 2 = 6.4 \text{ cm}^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times 40^2) / 100 = 3.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 6.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{ A_{th}; A_{min} \}$$

$$A_{sr} = 64.34 \text{ cm}^2 \quad \text{نأخذ من الجدول: } A_{s \text{ calc}} = 49.60 \text{ cm}^2$$

عدد القضبان: 8Ø32